

## PESSIMUM-GESETZ

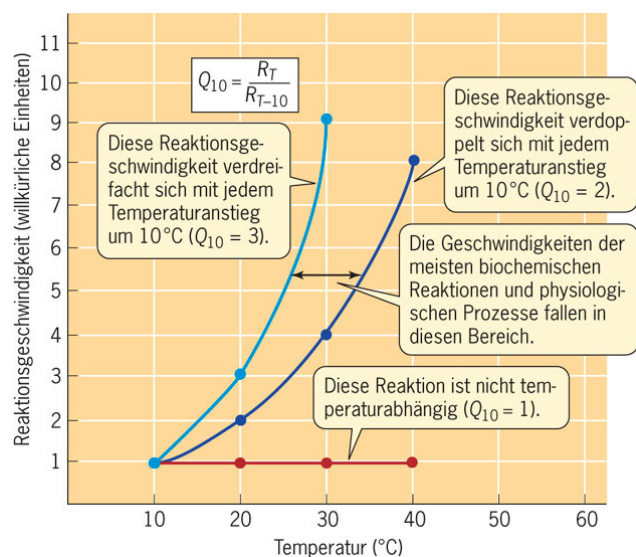
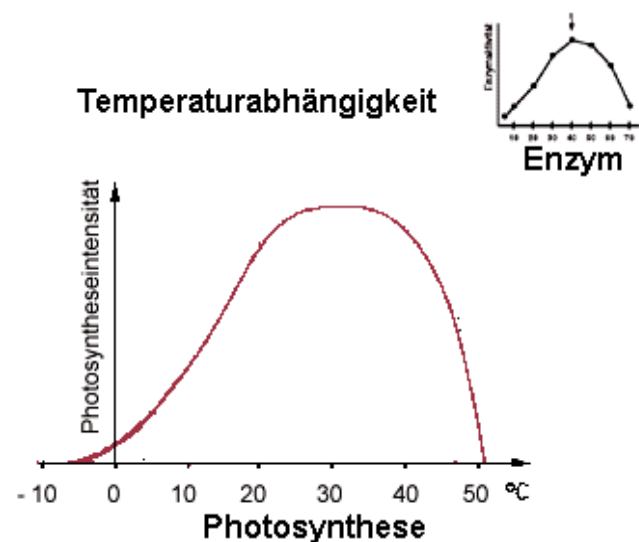
Alle Lebewesen benötigen einen bestimmten Temperaturbereich. Der mittlere Bereich ist der Beste. Man nennt ihn Temperaturoptimum. Zu niedrige und zu hohe Temperaturen führen zum Absterben. Abiotische Faktoren wie die Temperatur bestimmen also, welche Typen von Lebewesen in der speziellen Umwelt leben. In der Wüste, wo es nur wenig Wasser und einen starken Temperaturwechsel von heiß zu kalt gibt, können nur stark anpassungsfähige Pflanzen überleben, wie z. B. Kakteen.

Den Bereich eines Umweltfaktors, innerhalb dessen eine Art lebt, bezeichnet man als ökologische Potenz gegenüber dem Umweltfaktor. Sie kann eng (stenök) oder weit (eurök) sein. Bären und Ratten sind eurök bezüglich der Temperatur, die Bachforellen sind stenök, denn sie brauchen eine bestimmte Wassertemperatur.

Die Population wird durch den ungünstigsten Faktor bestimmt (Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren bzw. Pessimum-Gesetz oder Minimumgesetz). Die ökologische Potenz ist der Bereich, in dem sich die Art noch fortpflanzt.

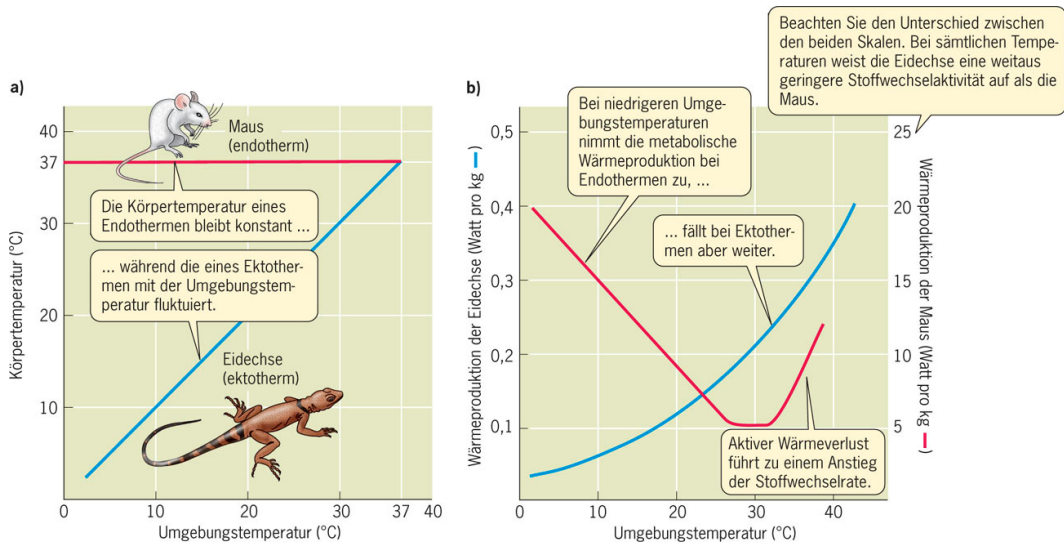
Das Optimum ist der Bereich, in dem die Art am besten gedeiht. Der Pessimumbereich ist der Bereich, in dem die Art gerade noch existieren kann, begrenzt durch die Minima oder die Kardinalpunkte.

Das Pessimumgesetz wurde schon 1840 durch Justus v. Liebig im Zusammenhang mit der Düngung von Pflanzen aufgestellt. Er nannte es Gesetz vom Minimum. Liebig erkannte, daß immer der Wachstumsfaktor das Pflanzenwachstum begrenzt, der sich im Minimum befindet. Ist zum Beispiel Stickstoff im Minimum, kann eine Zugabe anderer Faktoren das Wachstum nicht steigern. Eine Düngung mit Stickstoff dagegen steigert das Wachstum bis wieder ein anderer Faktor im Verhältnis zum Bedarf im Minimum ist.

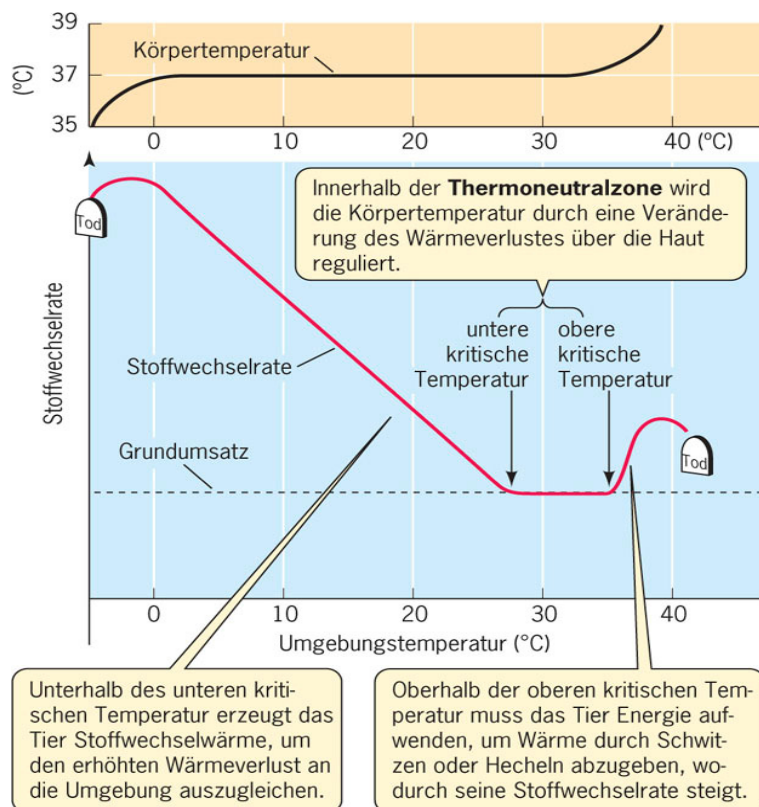


## ANPASSUNGEN AN DIE TEMPERATUREN DURCH ERHÖHTE STOFFWECHSELAKTIVITÄTEN

Wechselwarme Lebewesen (= ektotherme Tiere = Organismen, die ihre Körpertemperatur nicht konstant halten können und von der Umgebung abhängig sind; alle Wirbellose, Fische Amphibien und Reptilien) können ihre Körpertemperatur nicht kontrollieren. Sie müssen deshalb in einem engeren Temperaturbereich leben wie Gleichwarme (= endotherme Tiere = Organismen, die ihre Körpertemperatur unabhängig von der Umwelt konstant halten können (Säugetiere und Vögel). In nördlichen Klimazonen sind viele gleichwarme Vögel und Säugetiere aktiv, wenn wechselwarme Amphibien und Reptilien überwintern müssen.



Aus Purves/Sadava/Orians/Heller, Biologie, 7. Aufl., © 2006 Elsevier GmbH



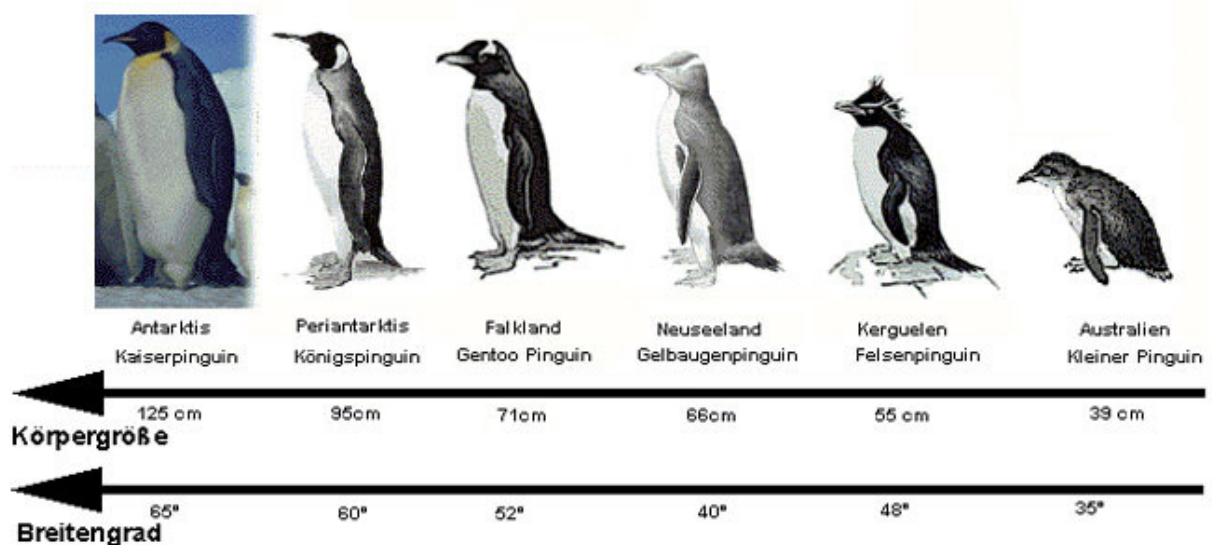
Aus Purves/Sadava/Orians/Heller, Biologie, 7. Aufl., © 2006 Elsevier GmbH

## ANPASSUNGEN AN DIE TEMPERATUREN ÜBER ANATOMISCHE MERKMALE

### 1. Die Bergmann'sche Regel am Beispiel der Verbreitung von Pinguinen

Pinguine sind flugunfähige Vögel, die nur auf der Südhalbkugel vorkommen. Es gibt 17 Arten, die zwischen den Galapagos-Inseln und dem antarktischen Kontinent leben. Man findet sie ebenfalls in Afrika, Australien und Neuseeland. Die Pinguine werden in 6 Gattungen eingeteilt. Die mittlere Körpergröße schwankt von 39 cm bis 130cm je nach Gattung.

#### Größenvergleich und Verbreitung bei Pinguinen



Die größte Gattung, die Kaiserpinguine ( bis 130 cm) leben auf dem antarktischen Kontinent entlang der Küste bei teilweise  $-40^{\circ}\text{C}$ . Die kleinste Gattung, die kleinen blauen Pinguine ( bis 40 cm) sind an den südlichen Küsten Australiens und Neuseelands beheimatet. Die nördlichste Gattung ist der Galapagos-Pinguin ( 55 cm) am Äquator. Interessant ist, dass im Wesentlichen die Pinguine umso größer sind, je südlicher sie vorkommen.

Die Darstellung oben zeigt auch, dass die Abhängigkeit von Verbreitung und Körpergröße eine gewisse Abweichung aufweist. Das Verbreitungsgebiet der Pinguine umfasst einen Temperaturbereich von  $16-28^{\circ}\text{C}$  (Seetemperatur Galapagos) bis  $-40^{\circ}$  auf dem antarktischen Kontinent.

Die Körpermasse des kleinen blauen Pinguins ist 1 Kg, die des Galapagos-Pinguins beträgt im Mittel 2,2 Kg, die des Kaiser-Pinguins 30 Kg. Der Unterschied ist ca. das 30-fache. Vergleichen wir jedoch die Oberfläche und das Volumen erhält man eine interessante Beziehung:



Durchmesser: 5 cm  
Volumen: 65,6 cm<sup>3</sup>  
Oberfläche: 78,5 cm<sup>2</sup>

### Vergleich Größe, Volumen, Oberfläche

d = Durchmesser

Volumen =  $\frac{1}{6} \pi d^3$

Oberfläche =  $\pi d^2$



O/V = 1,196

O/V = 3,619

Durchmesser: 1,66 cm  
Volumen: 2,39 cm<sup>3</sup>  
Oberfläche: 8,65 cm<sup>2</sup>

Das Verhältnis Oberfläche zu Volumen beim Kaiser-Pinguin ist nur ca. 1/3 wie der beim kleinen blauen Pinguin, d.h. der Kaiserpinguin verliert durch seine Körperfläche wesentlich weniger Energie als der kleine blaue Pinguin. Die Nahrungsaufnahme zur Energieproduktion kann deshalb auch geringer sein. Diese Anpassung an die Temperatur ist typisch für viele Säuger und Vögel, sie entspricht der Bergmannschen Regel. Dieses Prinzip findet man auch beim Vergleich anderer Körpereigenschaften z.B. Körperextremitäten wie Ohren sind bei Arten kalter Gebiete meist kleiner wie bei Tieren warmer Gebiete (Allen'sche Regel).

Wechselwarme Tiere (z. B. Insekten oder Reptilien) sind gerade da, wo konstante und warme Temperaturen vorherrschen, in großer Artenzahl und mit teilweise extremer Körpergröße vorhanden, also beispielsweise in den Tropen.

### 2. Allen'sche Regel am Beispiel des Fennek

Die Allen'sche Regel, auch Allen'sche Proportionsregel genannt, besagt, dass die Körperanhänge (Schwanz, Ohren, Extremitäten) in Tierpopulationen derselben Art oder bei Arten eines Verwandtschaftskreises in kälteren Klimabereichen relativ gesehen kleiner sind. So sind beispielsweise die Ohren des Rotfuchses in Mitteleuropa mittelgroß, die des verwandten Fennek oder Wüstenfuchses in Relation zu dessen Körpergröße sehr groß und die des Polarfuchses relativ klein: Der Wüstenfuchs lebt in heißem Klima, er muss Körperwärme u. a. über die Fläche der Ohren abgeben, um sich nicht zu überhitzen. Der Polarfuchs hat dagegen eine geringe Ohrmuschelfläche, damit er in der Polarkälte nur ein Minimum an Wärme verliert.

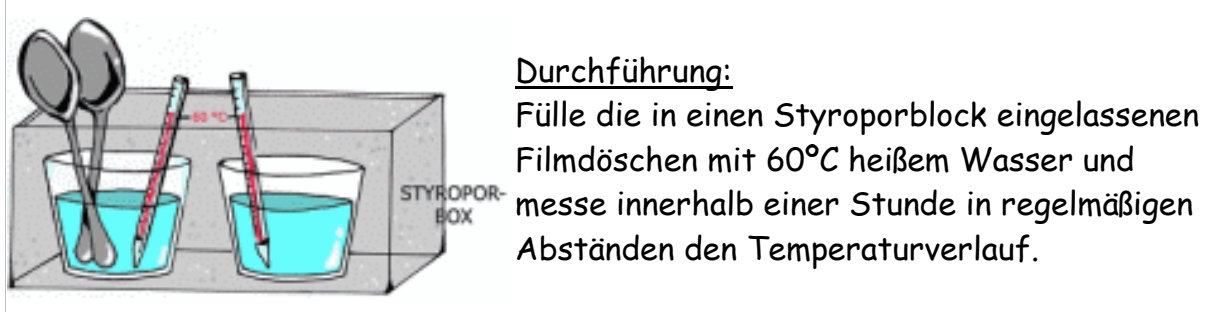
Der vorwiegend nachtaktive, afrikanische Wüsten und Halbwüsten bewohnende Fennek ist der kleinste Wildhund. Er hat relativ zur Körpergröße die größten Ohren aller Arten aus der Familie der Hunde. Die Ohren dienen dazu, Körperwärme abzuleiten sowie Beutetiere und Räuber zu lokalisieren. Die Allensche Proportionsregel ist nach dem amerikanischen Zoologen Joel Asaph Allen benannt (1838-1921).



## Praktikum: Bergmann`sche und Allen`sche Regel

### Versuch 1

Material: 2 Filmdöschen, 2 kleine Silberlöffel (notfalls 2 große Nägel), 2 Thermometer, thermoisolierender Styroporblock.

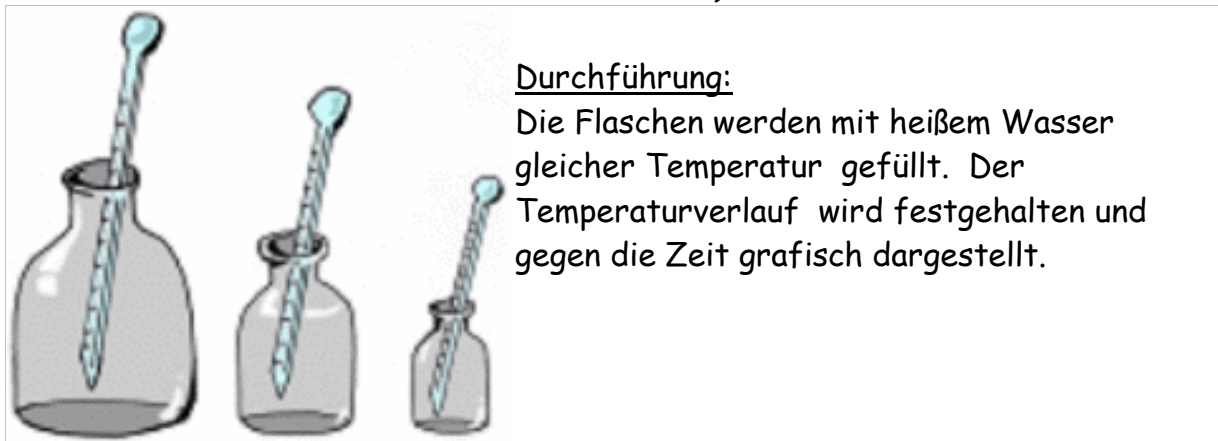


#### Durchführung:

Fülle die in einen Styroporblock eingelassenen Filmdöschen mit 60°C heißem Wasser und messe innerhalb einer Stunde in regelmäßigen Abständen den Temperaturverlauf.

### Versuch 2

Material: 3 Flaschen unterschiedlicher Größe und möglichst gleicher Proportionen, 3 Thermometer; (isolierendes Textilmaterial z.B. Verbandstoff, falls die Flaschen auch umwickelt werden sollen)



#### Durchführung:

Die Flaschen werden mit heißem Wasser gleicher Temperatur gefüllt. Der Temperaturverlauf wird festgehalten und gegen die Zeit grafisch dargestellt.

## FRAGEN & AUFGABEN

1. Stellen Sie tabellarisch morphologische (körperlich-anatomische) und physiologische (stoffwechselbezogene) Anpassungen an den abiotischen Faktor Temperatur gegenüber! Nennen Sie Beispiele und erklären Sie stichwortartig die Beispiele.
2. Erläutern Sie, weshalb es Einzellern in der Regel ausreicht, ihre Nahrung über die Oberfläche aufzunehmen und weshalb sie keine speziellen Organellen benötigen, um ihre Nahrungsaufnahme zu steigern!
3. Ordnen Sie die Tiere ihren Ökosystemen zu! (z.B.: 4 - F)



1. Indischer Elefant



2. Afrikanischer Elefant



3. Mammot

- A. nördliche Breiten      B. zwischen Norden und Äquator      C. Äquatornähe

4. Erklären Sie die rechts dargestellten Grafiken!
5. Stellen Sie die vermuteten Temperaturverläufe zu Versuch 1 und 2 graphisch dar und erklären Sie Ihre Grafiken unter Nennung und Erläuterung der entsprechenden Regeln! Auf eine genaue Zeiteinteilung oder auf genaue Temperaturen kommt es dabei nicht an.

